

## 公開特許・実用（抄録A）

第P2000-67415号

【名称】 スピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法

審査／評価者請求 有 請求項／発明の数 7（公報 13頁、抄録 7頁）

公開日 平成12年(2000) 3月 3日

出願／権利者 日本電気株式会社（東京都港区芝五丁目7番1号）  
 発明／考案者 森 茂（他 4名）※  
 出願番号 特願平10-234770 平成10年(1998) 8月20日  
 代理人 渡辺 喜平

Int. Cl. 7 識別記号  
 G11B 5/39  
 FI  
 G11B 5/39  
 ※最終頁に続く

【発明の属する技術分野】本発明は、スピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法に関し、特に、ノイズ特性に優れ、安定かつ高い感度を有するスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法に関する。

(57) 【要約】

【課題】ピン止めされない強磁性層の磁気異方性の方向をトラック幅方向に、かつ、ピン止めされる強磁性層の磁気異方性をトラック幅方向と直交方向に正確に制御し、ノイズ特性に優れ、安定かつ高い感度を持つスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法を提供する。

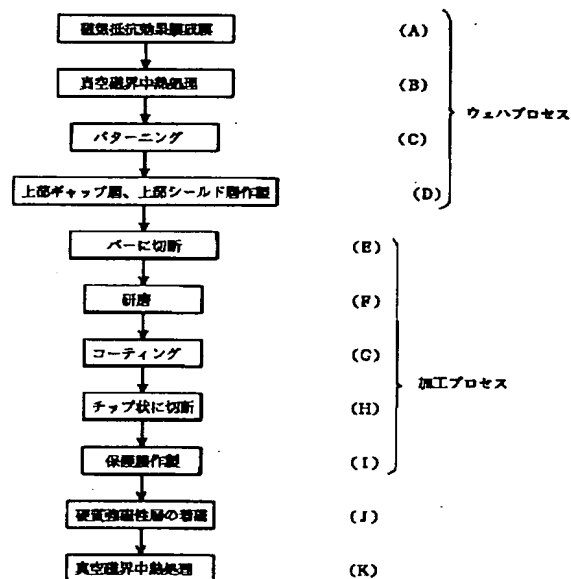
【解決手段】スピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造工程中の最後の熱処理として、前記ピン止めされない強磁性層に対してトラック幅方向に磁界を印加しながら熱処理を行う磁化回転層熱処理工程を行う。その磁界の強さと熱処理温度を適宜選択する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反強磁性層、第1強磁性層、第2強磁性層及び前記第1強磁性層と第2強磁性層の間に介在する非磁性層とを有し、前記第1強磁性層と第2強磁性層のうちのいずれか一方が前記反強磁性層によってピン止めされる強磁性層であり、他方がピン止めされない強磁性層であるスピンバルブ積層膜を備えるスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、スピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造工程中の最後の熱処理として、前記ピン止めされない強磁性層に対してトラック幅方向に磁界を印加しながら熱処理を行う磁化回転層熱処理工程を有することを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【請求項2】 請求項1記載のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、前記磁化回転層熱処理工程で印加される磁界が、前記ピン止めされない強磁性層の飽和磁界以上で、前記ピン止めされる強磁性層の飽和磁界以下の強度であることを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、前記反強磁性層が、Ni、Mnからなる合金であり、前記ピン止めされない強磁性層が、Ni、Feからなる合金、Fe、Coからなる合金、又はNi、Feからなる合金とFe、Coからなる合金との積層膜である場合、前記磁化回転層熱処理工程の熱処理温度が、220℃～250℃であることを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。



【請求項4】 請求項1又は2記載のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、前記反強磁性層が、Pt、Mnからなる合金であり、前記ピン止めされない強磁性層が、Ni、Feからなる合金、Fe、Coからなる合金、又はNi、Feからなる合金とFe、Coからなる合金との積層膜である場合、前記磁化回転層熱処理工程の熱処理温度が、220℃～240℃であることを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【請求項5】 請求項1又は2記載のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、前記反強磁性層のブロッキング温度が295℃未満であり、前記ピン止めされない強磁性層が、Ni、Feからなる合金、Fe、Coからなる合金、又はNi、Feからなる合金とFe、Coからなる合金との積層膜である場合、前記磁化回転層熱処理工程の熱処理温度が、前記反強磁性層のブロッキング温度の50%～75%であることを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【請求項6】 請求項1～5いずれかに記載のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、前記ピン止めされない強磁性層のトラック幅方向の両端に硬質強磁性層を接合させることを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【請求項7】 請求項6記載のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法において、前記硬質強磁性層に対してトラック幅方向に磁界を印加する工程を有することを特徴とするスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について図面を参照しつつ説明する。本発明のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの層構成の一実施形態を図1に示す。このスピンバルブ積層膜は、基板1上に、下地層4、第1強磁性層5、非磁性層6、第2強磁性層7、反強磁性層8、保護層9の順序で薄膜が積層されている。このスピンバルブ積層膜では、第2強磁性層7の磁化が反強磁性層8でピン止めされ、トラック幅方向と直行する方向（図中矢印101の方向）に一軸異方性が与えられている。一方、第1強磁性層5は、ピン止めされていない磁化回転層であり、磁化はトラック幅方向と平行（図中矢印100の方向）であり、第2強磁性層7と直交する方向である。このように、非磁性層6を介して対向する第1強磁性層5と第2強磁性層7の磁化が直交していることにより、第1強磁性層5の磁化の回転に伴い電気抵抗率が大きく変化するので、巨大磁気抵抗効果が得られ、高出力となる。

このスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの作製工程の一実施形態を、図2のフローチャートに示す。また、スピンバルブ磁気抵抗効果膜の作製のフローチャートを図3に示す。これらの図1～図3を参照しながら本発明のスピンバルブ磁気抵抗ヘッドの製造方法の工程を説明する。

まず、図2（A）の磁気抵抗効果膜の成膜工程においては、図3（a）に示すように、基板1上に下部シールド層2、下部ギャップ層3、高電気抵抗の下地層4、第1強磁性層5、非磁性層6、第2強磁性層7、反強磁性層8、保護層9が積層される。保護層9の上にトラック幅規定絶縁層10を積層させることもある。これらの下地層4、第1強磁性層5、非磁性層6、第2強磁性層7、反強磁性層8、保護層9が磁気抵抗効果膜15を構成している。

この場合、基板1にはガラスかSi、あるいはセラミック（AlTiC）の上にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を成膜後、研磨し平坦化したものを用いる。下部シールド層2にはNiFe、CoZrまたはCoZrMo、CoZrNb、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoZrTaNb、CoZrTaCr、CoZrMoNi合金、FeSiAl、窒化鉄系材料を用いることができる。このとき、膜厚は0.3～10μmにすることが好ましい。下部ギャップ層3にはアルミナ、SiO<sub>2</sub>、窒化シリコン、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボンを用いることができる。このとき、膜厚は0.01～0.2μmにすることが好ましい。下地層4にはTa、Zr、Hf、CoZrMo、CoZrNb等を用いることができる。このとき、膜厚は0.2～6.0nmが好ましい。この上にスピンバルブ積層膜が形成される。

本発明の実施形態では、第1強磁性層5にNiFe、CoFe、NiFe/CoFe 2層膜を用いることができる。NiFeとしては、Ni組成が78～84%程度、CoFeとしては、Co組成が86～99%程度であることが好ましい。膜厚は1～10nm程度が適当である。

非磁性層6にはCu、Cuに1～20at%程度のAgを添加した材料、Cuに1～20at%程度のReを添

加した材料、Cu-Au合金を用いることができる。膜厚は2～4nmであることが好ましい。

第2強磁性層7にはNiFe、CoFe、NiFe/CoFe 2層膜を用いることができる。NiFeとしてはNi組成が78～84%程度、CoFeとしてはCo組成が86～99%程度であることが好ましい。膜厚は1～50nm程度が適当である。反強磁性層8にはFeMn、NiMn、PtMn、IrMn、PtPdMn、ReMn、CrMn、Ni酸化物、Ni酸化物/Co酸化物2層膜、Ni酸化物/Fe酸化物2層膜等を用いることができる。ただし、スピンバルブ積層膜の積層順序は上記の場合と逆であってもよい。

さらにこのスピンバルブ積層膜の上に保護層9が形成される。保護層9にはAl、Si、Ta、Tiからなるグループの酸化物または窒化物、Cu、Au、Ag、Ta、Hf、Zr、Ir、Si、Pt、Ti、Cr、Al、Cからなるグループもしくはそれらの混合物を用いることができる。膜厚は0.1～10nm程度であることが好ましい。

次いで、図2（B）の工程ではこの積層膜に対してトラック幅と直交する方向に適当な磁場を印加しながら適当な温度で真空中熱処理がなされる。このときの熱処理の条件は反強磁性層によって決まるものである。ただし、FeMnやNiOなどのように熱処理をしなくても交換結合磁界を発生する反強磁性体を用いる場合でも、ピン止めされる強磁性層の磁化方向を安定させるために、1時間程度の熱処理を施すことが好ましい。

次いで、図2（C）の工程では素子のパターンニングがなされる。具体的には、図3（b）に示すように、上記の積層膜上にフォトリソグラフィ技術を用いてフォトレジスト90でアンダーカットを有するパターンを形成後、図3（c）に示すようにイオンミリング等によって積層膜はエッチングされ、端部が傾斜面となっている磁気抵抗効果膜を得る。

次に、フォトレジスト90をそのままにして、下地層11、硬質強磁性層12、電極層13を積層する。この場合、下地層11としてCr、Ta、TiW、Moを用いることができ、10～30nm程度であることが好ましい。硬質強磁性層12としてCoCr、CoCrPt、CoPt、CoCrTaを用いることができる。ただし、この硬質強磁性層12の代わりにFeMn、NiMn、IrMn、PtMn、PtPdMn、ReMn、CrMn、Ni酸化物、Ni酸化物/Co酸化物2層膜、Ni酸化物/Fe酸化物2層膜等を設けることができるが、前述の反強磁性層8よりもそのブロッキング温度が低くなるように選択される。その後、フォトレジストをリフトオフ工程によって除去し、図3（d）に示すようなパターンを形成する。

次いで、図2（D）の工程では、上部ギャップ層80、上部シールド層14が形成される（図5、図6参照）。上部ギャップ層80はアルミナダイヤモンドライクカーボン、窒化シリコン等を用いることができ、膜厚は0.01～0.2μmの範囲であることが好ましい。上部シールド層14はNiFe、CoZr、CoZrMo、CoZrNb、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoZrTaNb、CoZrTaCr、FeSiAl、窒化鉄系材料等を用いることができ、膜厚は0.3～10μmの範囲であることが好ましい。これらの工程を経ると、図3（d）に示されるような断面を有する磁気抵抗効果素子が作製される。

さらに、このシールド型磁気抵抗効果素子はインダクティブコイルによる書き込みヘッド部を形成させることにより、記録再生一体型ヘッドとして用いることができるようになる。図4は記録再生ヘッドの概念図である。ここでは長手磁気記録用の記録ヘッドを示したが、垂直磁気記録用ヘッドと組み合わせ、垂直記録に用いてもよい。このヘッドは上述の磁気抵抗効果膜15と下部磁性膜16、コイル17、上部磁性膜18からなる記録ヘッドとを形成する。この際、磁気抵抗効果素子の上部シールド層14と下部磁性膜16とを共通にしてもかまわない。この記録ヘッドを形成する工程にはコイルの絶縁層として用いるフォトレジストの熱処理工程が含まれる。この熱処理は通常、200～270℃の温度で行われる。以上が図4で示される断面を有するスピバルブ磁気抵抗ヘッドが多数、ウェハ上に形成されるウェハプロセスである。次に、このウェハプロセス後の加工プロセスについて説明する。図2(E)の工程では、ウェハ上に作製されたスピバルブ磁気抵抗ヘッドをバー状態に切断する。

次に、図2(F)の工程でこのバーを研磨する。このとき、バー上のスピバルブ磁気抵抗ヘッドにおけるボールハイトが適当になるようあらかじめウェハ上に作製された研磨量を推定できるモニターを使用し、研磨量を調整する。さらに、このバーにフォトレジストでパターンニングをし、イオンミリングを行った後、フォトレジストを除去してレールパターンを形成する。

次に、図2(G)の工程では、研磨されたバーにフォトレジストフィルムが塗布され、バーはコーティングされる。フォトレジストフィルムはチップに切断する際に使用される冷却水によるスピバルブ磁気抵抗ヘッドの腐食を防ぐ作用を有する。フォトレジスト塗布後、100℃程度の温度で10～40分程度の熱処理が無磁界中でなされる。

次に、図2(H)の工程ではバーはチップに切断される。このとき、切断するためのガイドとしてバーに溝を作製する場合がある。

次に、図2(I)の工程ではチップに保護膜が成膜される。これにより媒体との接触等によるスピバルブ磁気抵抗ヘッドのダメージが低減されることとなるが、保護膜としてはダイヤモンドライクカーボンが好ましい。

次に、図2(J)の工程では、硬質強磁性層の磁化方向をトラック幅方向に向けるために3～10kOe程度の磁界をトラック幅方向に印加する。これにより硬質強磁性層から磁気抵抗効果膜にかかるバイアスの方向を正しく向けることができる。

次に、図2(K)の工程において、ピン止めされない強磁性層に一軸異方性を与えるために、最終の熱処理工程として磁化回転層熱処理工程を行う。ただし、ピン止めされない強磁性層の飽和磁界以上でかつピン止めされる強磁性層の飽和磁界以下の強度の磁界をトラック幅方向に印加しながら行う。この場合の磁界は外部磁界に対するスピバルブ膜の磁化状態の情報を得るために、スピバルブ磁気抵抗ヘッドを作成する工程で同時に流動したモニターを利用することができる。このモニターの磁化曲線から、本発明に適用できる強度の磁界を算出する。

この磁化回転層熱処理工程の導入により、ピン止めされる強磁性層の一軸異方性の方向を乱さずに、ピン止めされない強磁性層の磁気異方性を制御し、低ノイズ、かつ、高出力な特性を有するスピバルブ磁気抵抗ヘッドを

得ることができる。ただし、図2(G)～(I)の工程において熱処理を伴わない場合、硬質強磁性層の着磁工程および最終熱処理工程はバーの研磨工程(図2(F))の直後に行ってもその効果は同じである。

要するに、磁気抵抗ヘッドの作製工程での最終的な熱処理として、その後、熱処理を行わない工程の後であれば、どの工程で行ってもよい。加工プロセスの後に行われるアSEMBLプロセスにおいて、例えば、ワイヤボンディング工程のような熱加工工程で、ブロッキング温度前後の熱加工が行われる場合、硬質強磁性層の着磁工程および真空磁場中での磁化回転層熱処理工程はその熱加工工程の終了後に実施される。

【実施例】〔実施例1〕本発明の工程をウェハプロセス完了直後のシールド型素子に適用した例を示す。図5のタイプのシールド型素子を作製した。基板1に厚さ1.2mmのアルチク(AlTiC)、下部シールド層2に1μmのCoZrTa、下部ギャップ層3に0.1μmのアルミナ、磁気抵抗効果膜(下地層4に3nmのTa、第1強磁性層5にNi82Fe18(at%)8nm/Co90Fe10(at%)1nmの2層膜、非磁性層6に2.7nmのCu、第2強磁性層7に4nmのCo90Fe10(at%)、反強磁性層8に25nmのPtMn、保護層9に3nmのTa)、トラック幅規定絶縁層10に10nmのアルミナをスパック装置によって積層し、図2(B)の熱処理工程ではトラック幅方向と直交する方向に30000eの磁界を印加しながら260℃、5時間の熱処理を施した。

図2(C)のパターンニング工程では、フォトレジストを塗布し、90℃、30分のソフトバーク、露光、現像をした後、イオンミリングを施した。このとき、磁気抵抗効果膜の大きさが0.8μm×0.8μmになるようにした。さらに、この後、下地層11に厚さ10nmのCr、硬質強磁性層12に厚さ36nmのCoCrPt、電極層13に厚さ75nmのAuをスパック装置によって成膜し、レジストを除去した。

図2(D)の上部ギャップ層、上部シールド層形成工程では、上部ギャップ層80に厚さ75nmのアルミナ、上部シールド層14に厚さ3μmのめっきNi83Fe17を作製した。この磁気抵抗効果素子に対して室温において3kOeの磁界を5分間トラック幅方向に印加し、硬質強磁性層の着磁を行った。

さらに、1000eの磁界をトラック幅方向に印加しながら240℃、1時間の磁化回転層熱処理を行い、この工程前後における磁気抵抗効果素子のR-H特性を表1に示した。ただし、ここでいうヒステリシスとは、R-H曲線においてそのヒステリシスの面積を抵抗変化量×測定磁界範囲で規格化した値としている。この値が小さいほどスピバルブ磁気抵抗素子としてのノイズは小さいということになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるスピバルブ積層膜の層構成を示す概念図である。

【図2】本発明の磁気抵抗ヘッドの作製プロセスを示す工程図である。

【図3】(a)～(d)は、本発明の磁気抵抗ヘッドにおけるウェハプロセスの一部を示す断面図である。

【図4】記録再生一体型ヘッドの概念図である。

【図5】本発明における磁気抵抗効果素子の代表的な構成の一例を示す断面図である。

【図6】本発明における磁気抵抗効果素子の代表的な構

成の他の例を示す断面図である。

【図7】磁気抵抗効果膜のピン止めされない強磁性層およびピン止めされる強磁性層の磁気異方性と熱処理工程時の印加磁界強度との関係を示したグラフである。

【図8】磁気抵抗効果膜のピン止めされない強磁性層の磁気異方性における熱処理温度依存性を示したグラフである。

【図9】磁気抵抗効果膜の抵抗変化率における熱処理温度依存性を示すグラフである。

【図10】磁気抵抗効果膜のピン止めされない強磁性層の磁気異方性における熱処理温度依存性を示したグラフである。

【図11】磁気抵抗効果膜の抵抗変化率における熱処理温度依存性を示すグラフである。

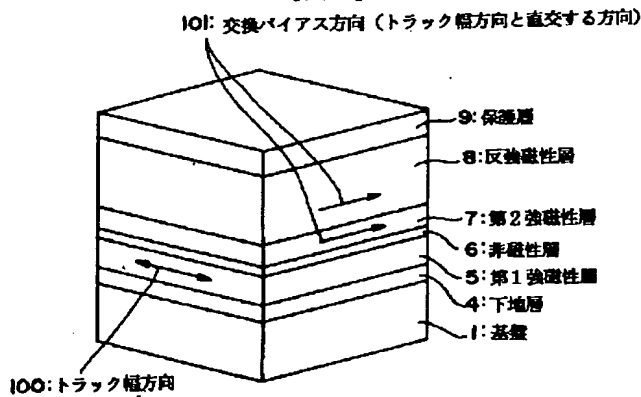
【図12】磁気抵抗効果膜のピン止めされない強磁性層の磁気異方性における熱処理温度依存性を示したグラフである。

【図13】磁気抵抗効果膜の抵抗変化率における熱処理温度依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

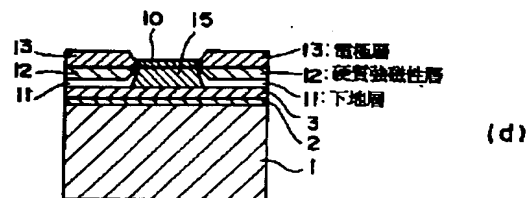
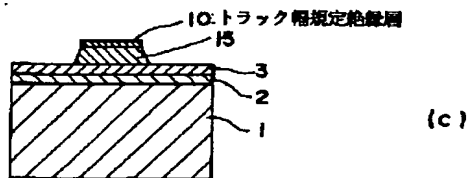
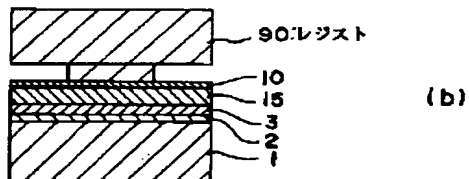
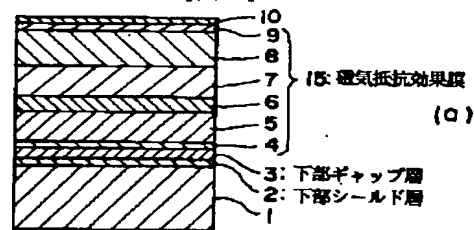
- 1 基板
- 2 下部シールド層

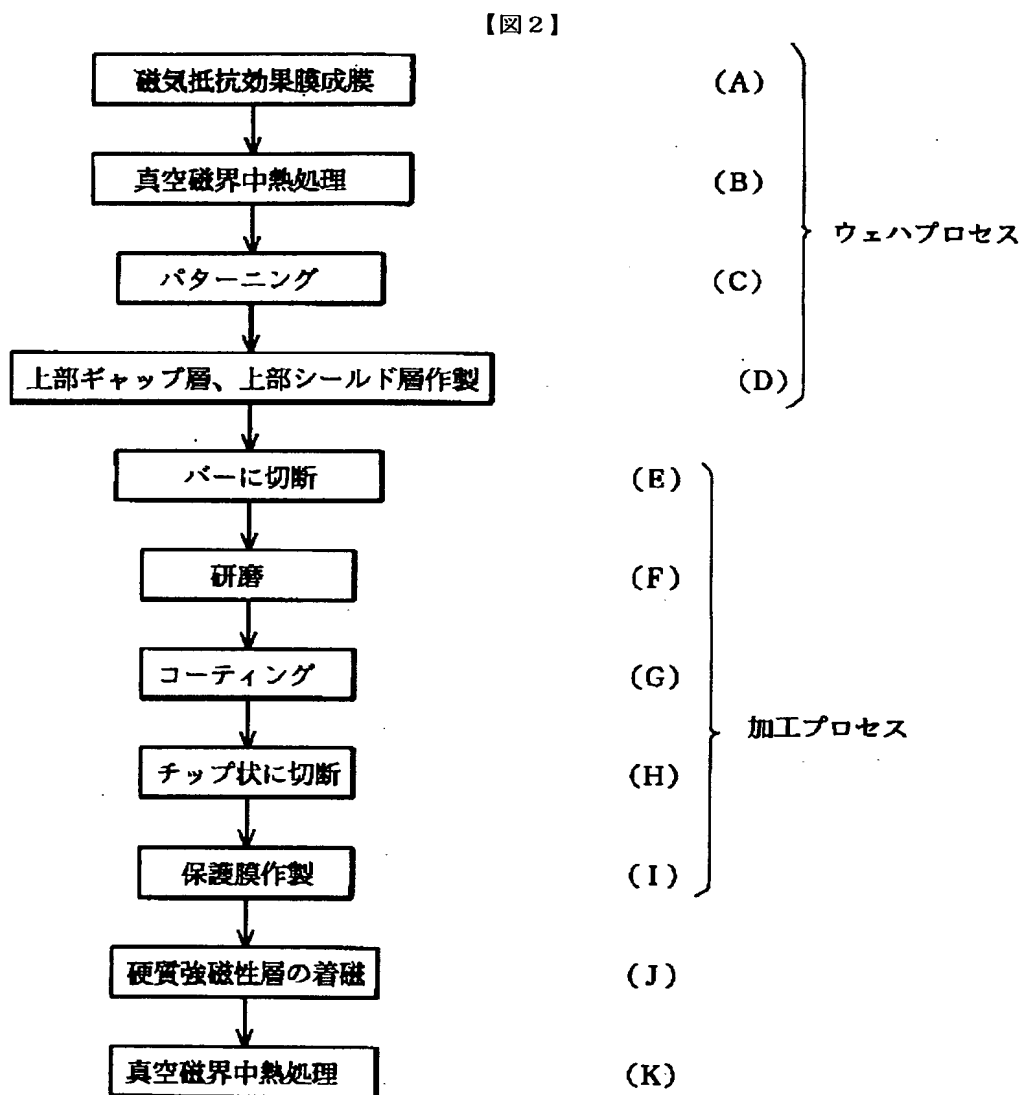
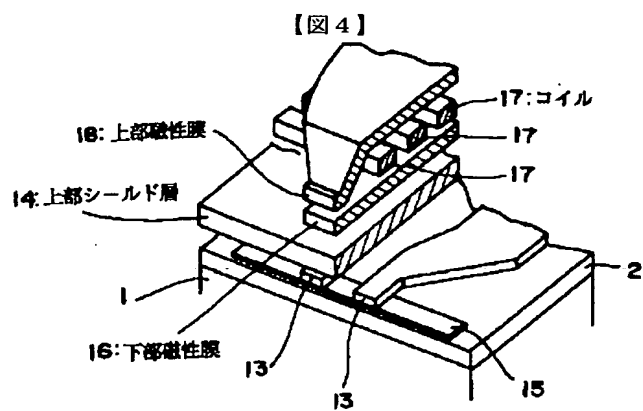
【図1】

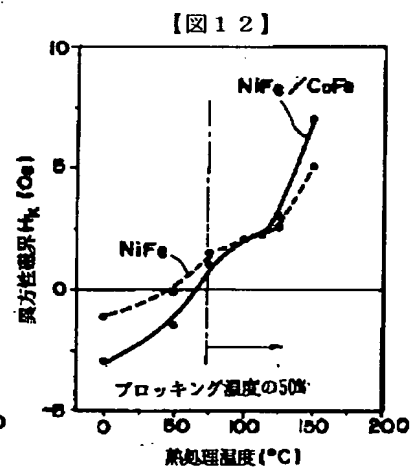
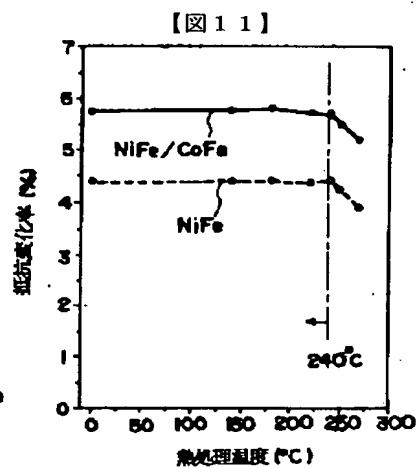
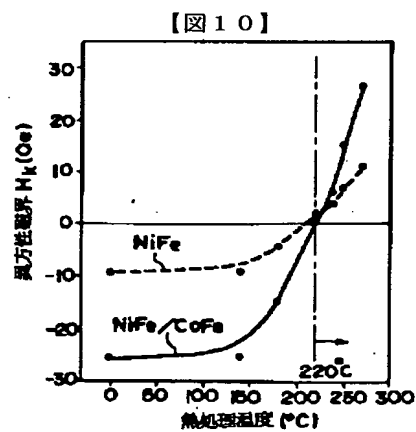
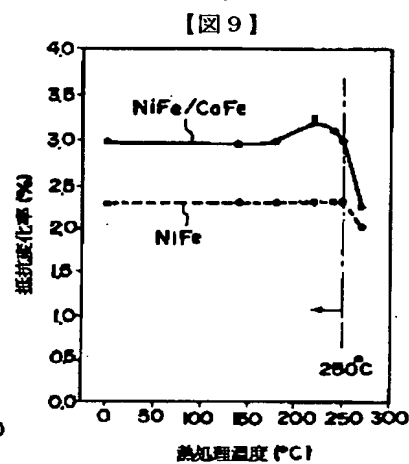
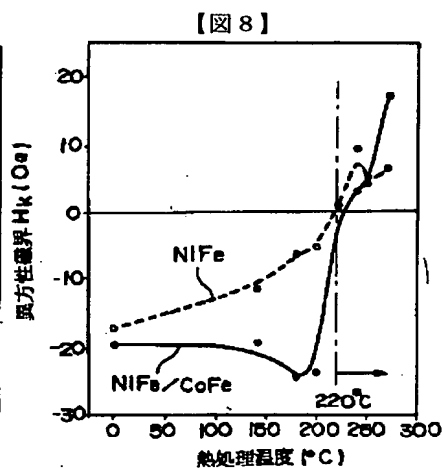
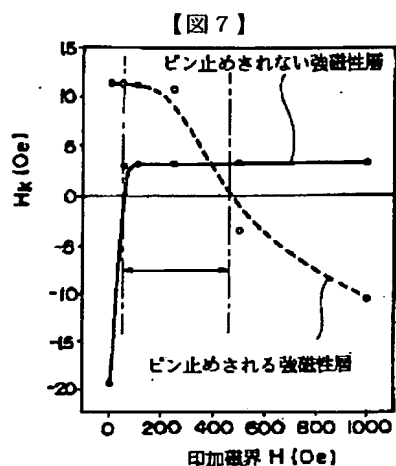
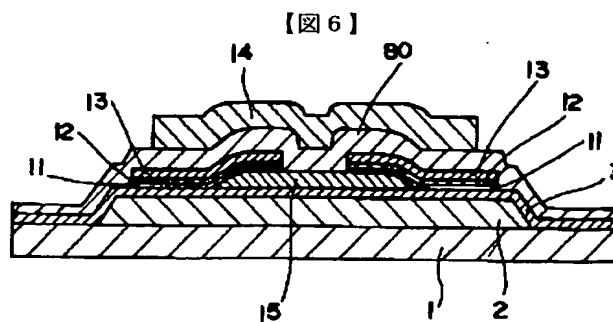
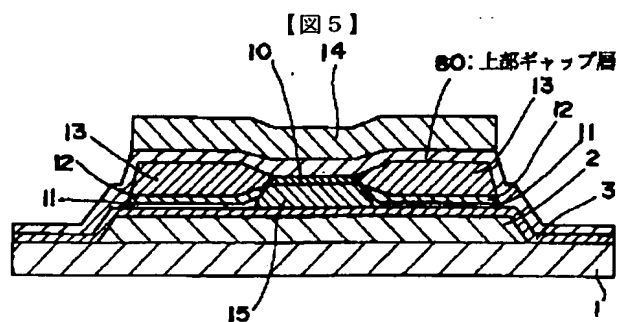


- 3 下部ギャップ層
- 4 下地層
- 5 第1強磁性層
- 6 非磁性層
- 7 第2強磁性層
- 8 反強磁性層
- 9 保護層、
- 10 トラック幅規定絶縁層
- 11 下地層
- 12 硬質強磁性層
- 13 電極層
- 14 上部シールド層
- 15 磁気抵抗効果膜
- 16 下部磁性膜
- 17 コイル
- 18 上部磁性膜
- 80 上部ギャップ層
- 90 レジスト
- 100 トラック幅方向
- 101 交換バイアス方向（トラック幅方向と直交する方向）

【図3】

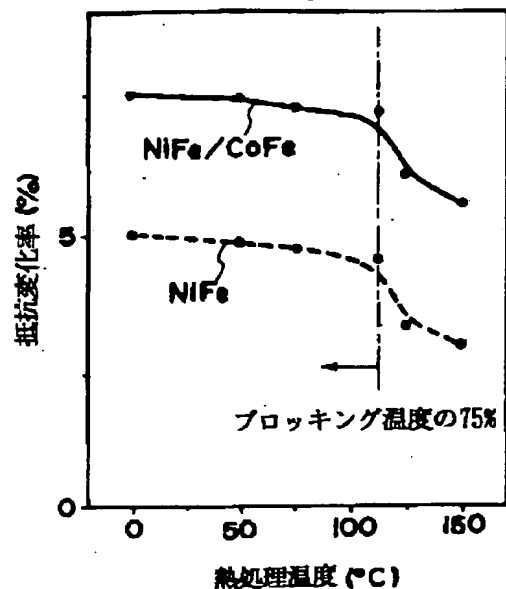






◆ 図 13

【図 13】



## 【書誌的事項の続き】

【Fターム】 5D034BA05;CA08;DA07

【識別番号または出願人コード】 000004237

【出願／権利者名】 日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

【発明／考案者名】 森 茂

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【発明／考案者名】 藤方 潤一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【発明／考案者名】 石 勉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【発明／考案者名】 林 一彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【発明／考案者名】 中田 正文

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【代理人】

渡辺 喜平(100086759)

【出願形態】 OL

注) 本抄録の書誌的事項は初期登録時のデータで作成されています。